Aus der Klinik für Hals- Nasen- und Ohrenkranke
der Universität Würzburg.

Direktor:Prof. Dr. med. Max MEYER.

Vergleichende Untersuchungen zur Feststellung von Fehlerquellen bei der Bestimmung der oberen Tongrenze mit dem Monochord von STRUYCKEN.

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der

H O H E N M E D I Z I N I S C H E N F A K U L T Ä T

der

J U L I U S - M A X I M I L I A N S - U N I V E R S I T Ä T

W Ü R Z B U R G

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt

von

Sibylle Gräfin Basselet de la Rosée, geb. Rech

aus

Heidelberg.

Würzburg 1954.

Aus der Klinik für Hals- Nasen- und Ohrenkranke
der Universität Würzburg.

Direktor:Prof. Dr. med. Max MEYER.

Vergleichende Untersuchungen zur Feststellung von Fehlerquellen bei der Bestimmung der oberen Tongrenze mit dem Monochord von STRUYCKEN.

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der

H O H E N M E D I Z I N I S C H E N F A K U L T Ä T

der

J U L I U S '- M A X I M I L I A N S - U N I V E R S I T Ä T

W Ü R Z B U R G

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt

von

Sibylle Gräfin Basselet de la Rosée, geb. Rech

aus

Heidelberg.

Würzburg 1954.

Referent : Priv. Doz. Dr. med. Walter KLEY.

Korreferent : Prof. Dr. med. Max MEYER.

Tag der mündl. Prüfung:

14. Mai 1954

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

In den ersten 10 Jahren nach der Jahrhundertwende nahmen Untersuchungen über die obere Hörgrenze und über die Methoden ihrer Bestimmung in der einschlägigen Literatur einen breiten Raum ein. Seit der Erfindung des WEBER'schen und STRUYCKEN'schen Monochords und dem Bekanntwerden der damit erzielten Ergebnisse aber sind nur wenige neue Arbeiten über dieses Gebiet erschienen; das Problem wurde wohl als gelöst betrachtet.

An unserer Klinik fiel jedoch schon seit längerer Zeit auf - besonders im Vergleich zu den mit dem Audiometer bei den Hörprüfungen erhaltenen Ergebnissen - daß die mit dem Monochord festgestellte obere Hörgrenze fast durchweg höher lag, als nach dem Audiogramm zu erwarten war. Personen, die am Audiometer die höchsten Frequenzen n i c h t mehr wahrnahmen, hörten am Monochord noch 15 000 Hertz und darüber.

Auch MARX stellte fest, daß die von den verschiedenen Autoren auf Grund ihrer Untersuchungen ermittelten Werte nicht vollkommen einheitlich sind und daß auch die einzelnen Untersucher eine verhältnismäßig große Variationsbreite angeben.

Da bisher keine Erklärung für diese Abweichungen gefunden werden konnte, lag es nahe, nach den Ursachen für diese differierenden Ergebnisse zu suchen.

Zur Bestimmung der oberen Hörgrenze wurden die verschiedensten Methoden angewendet: Sirenen und Pfeifen, Kartenblätter an rotierenden Zahnrädern, Klangstäbe, Stimmgabeln, Stimmplatten, Schwingungen geriebener Stäbe oder Drähte und schließlich elektrisch erzeugte Töne. Schwierigkeiten bestanden hauptsächlich in der Eichung der angewandten Instrumente. So ist es verständlich, daß am Anfang die widersprechendsten Ergebnisse erzielt wurden.

Die erste exakte Bestimmung der oberen Hörgrenze stammt aus dem Jahre 1830 und wurde durch SAVART mittels longitudinal geriebener Stahlstäbe vorgenommen. Es wurde damit eine obere Tongrenze von 16 500 Hertz ermittelt. Von demselben Autor wurde bei Tonerzeugung durch ein Kartenblatt am rotierenden Zahnrad die Hörgrenze mit 24 000 Hertz bestimmt.

PREYER fand bei Prüfung mit APPUNN'schen Stimmgabeln die obere Tongrenze bei mehr als 49 000 Hertz, mit APPUNN'scher Sirene bei 24 000 Hertz.

KÖNIG hörte bei seinen Klangstäben 20 480 Hertz, BEZOLD fand mit der GALTON-Pfeife 21 000 Hertz, EDELMANN mit dem selben Instrument eine obere Hörgrenze von 67 000 Hertz!

Die kritischen Nachprüfungen dieser Ergebnisse gaben

dann Hinweise auf die Fehlerquellen, die bei Benützung der genannten Instrumente gegeben sind. Ein Kartenblatt, das an ein rotierendes Zahnrad anschlägt, wird infolge seiner Trägheit bei großer Rotationsgeschwindigkeit garnicht mehr an jedes einzelne Zahnrad anstoßen, sodaß der theoretisch zu erwartende Ton nicht dem tatsächlich entstandenen entspricht. Eine Kontrolle der APPUNN'schen Stimmgabeln zeigte, daß keine der verwendeten in Wirklichkeit über 14 000 Hertz reichte. Auch die Bestimmung der oberen Hörgrenze mit 67 000 Hertz durch EDELMANN mit der GALTON-Pfeife erregte den Verdacht, daß irgendein Fehler in der Technik vorliegen müsse. Tatsächlich ergaben dann die Nachprüfungen, daß bei dem von EDELMANN geübten Verfahren neben den erwarteten hohen Tönen auch noch konstante Töne, sogenannte "Schneidentöne" von 11 300 Hertz auftreten, die natürlich stets gehört wurden. Bei richtiger Handhabung der GALTON-Pfeife beträgt die obere Hörgrenze 20 000 Hertz.

Aus der kurzen historischen Übersicht ist schon feststellbar, daß besonders die Versuche an Sirenen und an Zahnrädern wesentlich höhere Zahlen ergeben und daß diese durch technische Mängel hervorgerufen sind. SCHULZE wies darauf hin, daß bei der Untersuchung der oberen Hörgrenze von longitudinalen Schwingungen, besonders von ge-

spannten Metallsaiten, Gebrauch gemacht werden könne. Er stellte eine Verbesserung des vorher schon bekannten WEBER'schen Monochords her und fand damit 18 360 Hertz bei sich selbst als obere Grenze. STRUYCKEN änderte dieses Monochord noch etwas, sodaß es auch für die Bestimmung der oberen Grenze über Knochenleitung benutzt werden konnte. Er fand damit für Luftleitung eine obere Grenze von 22 000 Hertz, für Knochenleitung von 26 000 Hertz. Das sehr handliche und leicht zu bedienende Monochord nach STRUYCKEN wurde in der Folgezeit wohl am häufigsten benützt, besonders, seit durch die Untersuchungen von SCHAEFER bekannt wurde, daß auch die Transversalschwingungen am Monochord zur Erzeugung von Tönen unter 5 000 Hertz verwendet werden können.Es erwies sich dadurch, daß eine kontinuierliche Tonreihe von 390 Hertz bis zu 26 000 Hertz hergestellt werden kann. Ein Vergleich der Genauigkeit in der Tonerzeugung zwischen MELDE - Stimmplatten, KÖNIG'schen Stimmgabeln, EDELMANN'scher GALTON - Pfeife und dem Monochord von SCHULZE und STRUYCKEN, der durch HEGENER vorgenommen wurde, fiel ganz zu Gunsten des letztgenannten Monochords aus.

Schließlich sei noch betont, daß auch Untersuchungen mit elektrischen Tonerzeugern (Glühkathodenröhren, Elektronenröhren) keine davon abweichenden Ergebnisse zeigten: GILDEMEISTER fand 20 000 Hertz als obere Hörgrenze,

SCHOBER 21 000 Hertz.

Sicher bestehen also verschiedene Möglichkeiten, die obere Hörgrenze zu bestimmen, doch dürfte die häufigst gebrauchte Methode die mit dem Monochord sein und wohl auch in der Praxis bleiben.

Es vereinigt dieses Instrument den Vorteil der leichten Handhabung mit dem des schnellen Überblicks über die erzielten Ergebnisse. Außerdem ist es leicht transportabel und - nicht zuletzt - billig!

Das STRUYCKEN'sche Monochord besteht aus einer Saite aus Stahldraht, die über einem Lineal aus Metall von 50 cm Länge mit Zentimetereinteilung und einem Handgriff ausgespannt ist. Das eine Endstück, der Kopf, ist abgerundet und ausgehöhlt und kann zur Bestimmung der Knochenleitung gegen den Processus mastoideus angedrückt werden. Das andere Ende der Saite ist an einer Schraube befestigt. Diese Schraube wird zum Spannen der Saite benutzt. Auf dem Lineal kann ein kleiner Klemmsteg verschoben werden, der die Saite mit einer Feder doppelt faßt. Durch Verschieben dieses Steges kann jede Saitenlänge schnell eingestellt werden. Zwischen dem Kopf und dem Steg werden auf der Saite durch Hin- und Herreiben longitudinale Schwingungen erzeugt.

Durch photographische Aufnahmen der Schwingungen hat STRUYCKEN die dabei erzielten Töne festgelegt. Die im Handel befindlichen Monochorde sind nach dieser Methode geeicht, die verschiedenen Tonhöhen sind auf dem Lineal eingraviert.

Voraussetzung für das Übereinstimmen der eingravierten Werte mit den wirklich erzielten Tönen ist die richtige Spannung der Stahlsaite. Diese Spannung kann durch einen beigegebenen Spannungsmesser, der leicht zu handhaben ist, eingestellt werden.

Eine weitere Bedingung ist, daß die Stahlsaite nicht verrostet sein darf, weil dadurch ein sehr starkes Reibegeräusch beim Anreiben erzeugt wird, das den hohen Ton überdeckt.

Das Anreiben der Saite soll nach STRUYCKEN nicht mit Kolophonium geschehen, da dabei ein ziemlich starkes Reibegeräusch auftritt. Außerdem teilt er mit, daß häufig Obertöne auftreten, wie er auf seinen photographischen Untersuchungen fand. STRUYCKEN empfiehlt daher die Benutzung eines mit Benzol oder Terpentin durchtränkten Filzscheibchens; man bekommt dabei ein viel schwächeres Reibegeräusch und es fehlen auch die Obertöne. MARX verwendet ein mit Brennspritus getränktes Gazeläppchen; auch hier treten

kaum Nebengeräusche auf. Statt des Gazeläppchens kann auch Watte genommen werden (HEGENER).

Daß mit dem Monochord, von dem durch das Reiben entstandenen, leicht abzugrenzenden Geräusch abgesehen- r e i n e Töne erzielt werden, wird kaum bestritten, dagegen wird von mehreren Autoren auf die geringe, wenig abstufbare Intensität der Töne aufmerksam gemacht. Hier könnte immerhin eine Fehlerquelle liegen, die die schon erwähnten starken Abweichungen der Werte für die obere Hörgrenze erklären würden. Doch weist schon SCHULZE darauf hin, daß die obere Hörgrenze von der Intensität der Töne nur sehr wen[illegible] abhängig sein kann. [illegible] fand, daß die [illegible] tone GALTON - Pfeife durch mehrere Zimmer zu hören sei, das Monochord kaum im Zimmer selbst; trotzdem sei bei richtiger Technik der Tonerzeugung die obere Hörgrenze bei beiden Instrumenten gleich. Auch GILDEMEISTER kommt bei seinen Bestimmungen mit dem elektrisch angeregten Telephon zu denselben Ergebnissen. Schließlich ist aus den Untersuchungen von SCHOBER hervorgegangen, daß der Intensitätseinfluß sehr gering ist, denn bei sechsfacher Verstärkung des mit Elektronenröhren erzeugten Tones stieg die obere Grenze nur um 500 Hertz an!

Als gesichert darf heute die Anschauung gelten, daß die obere Hörgrenze weitgehend vom Alter der betreffenden

Person abhängig ist. Nur KALÄHNE und BEZOLD fanden keine oder nur eine ganz unbedeutende Herabsetzung der oberen Hörgrenze im Alter.

Dagegen stellte schon KÖNIG bei sich selbst ein Absinken seiner Hörfähigkeit für hohe Töne von 20 000 auf 16 000 Hertz mit zunehmendem Alter fest. Auch ZWAARDEMAKER, GILDEMEISTER und SCHOBER konnten das einwandfrei bestätigen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde natürlich gerade darauf besonders Rücksicht genommen.

Da angenommen werden konnte, daß alle bereits erwähnten Fehlerquellen bei den Bestimmungen der oberen Hörgrenze mit dem Monochord ausgeschlossen wurden und trotzdem die gefundenen Werte stark voneinander abweichen, insbesondere an unserer Klinik die Ergebnisse fast immer zu hoch ausfielen, war zu erwarten, daß Fehler in der Bedienung des Monochords auftreten können. Die Untersuchungen hatten daher das Ziel, eine einwandfreie Technik der Bedienung des Instrumentes zu finden.

Es hatte sich an unserer Klinik eingefuhrt, die Monochordsaite mit einem zwischen Daumen und Zeigefinger gehaltenen Wattebausch, der mit Spiritus befeuchtet wurde, von o b e n h e r kräftig anzustreichen. Eine genaue, erschöpfende Bedienungsanweisung für das Monochord konnte nicht gefunden werden. - Mit dieser Technik wurde eine erste Versuchsreihe durchgeführt.

In einer parallel bei denselben Personen laufenden Reihe wurde mit einem in gleicher Weise angefeuchteten Wattebausch die Saite von u n t e n h e r mit dem Endglied des Zeigefingers angestrichen. Weiter wurde das Anstreichen der Saite mit den beiden beschriebenen Methoden mit Zellstoff und mit Filz ausgeführt. Zur Kontrolle dieser Ergebnisse wurde eine letzte Versuchsreihe der Bestimmung der oberen Hörgrenze mittels eines Audiometers angesetzt.

Da das in der Klinik vorhandene ATLAS - Audiometer nur einen Tonumfang von 64 bis 11 584 Hertz hat, war es für die vorliegenden Untersuchungen ungeeignet. Es wurde deshalb eine Spezialkonstruktion einer elektrischen Tonsirene[+)] verwendet mit kontinuierlicher Tonskala von 1 bis 20 000 Hertz und logarithmischer Intensitätsregelung. Erfahrungsgemäß macht es große Schwierigkeiten, hohe Töne intensitätsgetreu wiederzugeben.(Langenbeck)

[+)] Konstruiert und erbaut von Priv.Dozent Dr.A.KOHAUT, Naturwissenschaftliche Fakultät d.Universität Würzburg

Dies war für die vorliegenden Untersuchungen aber auch nicht notwendig, da es sich ja nicht um einen Vergleich der Intensität von Tönen handelte, sondern lediglich um einen V e r g l e i c h d e r T o n h ö h e n ; ganz abgesehen davon, daß - wie schon SCHOBER bereits nachgewiesen hat - die Intensität bei der Bestimmung der oberen Tongrenze praktisch keine Rolle spielt.

Das Spezialaudiometer war vor Beginn der Untersuchungen noch genau überprüft worden und gab so Gewähr für einwandfreies Funktionieren.

Die Bestimmungen der oberen Hörgrenze wurden mit den verschiedenen beschriebenen Methoden an 150 Personen jeglichen Alters durchgeführt, insgesamt waren es 4 200 Einzeluntersuchungen.

Es folgt zunächst eine Übersicht, getrennt für die Luft- und Knochenleitung, wie weit im D u r c h s c h n i t t die Angaben über die obere Hörgrenze bei den 2 verwendeten Methoden voneinander abweichen und zum Vergleich die Angaben bei Prüfung mit dem Audiometer.

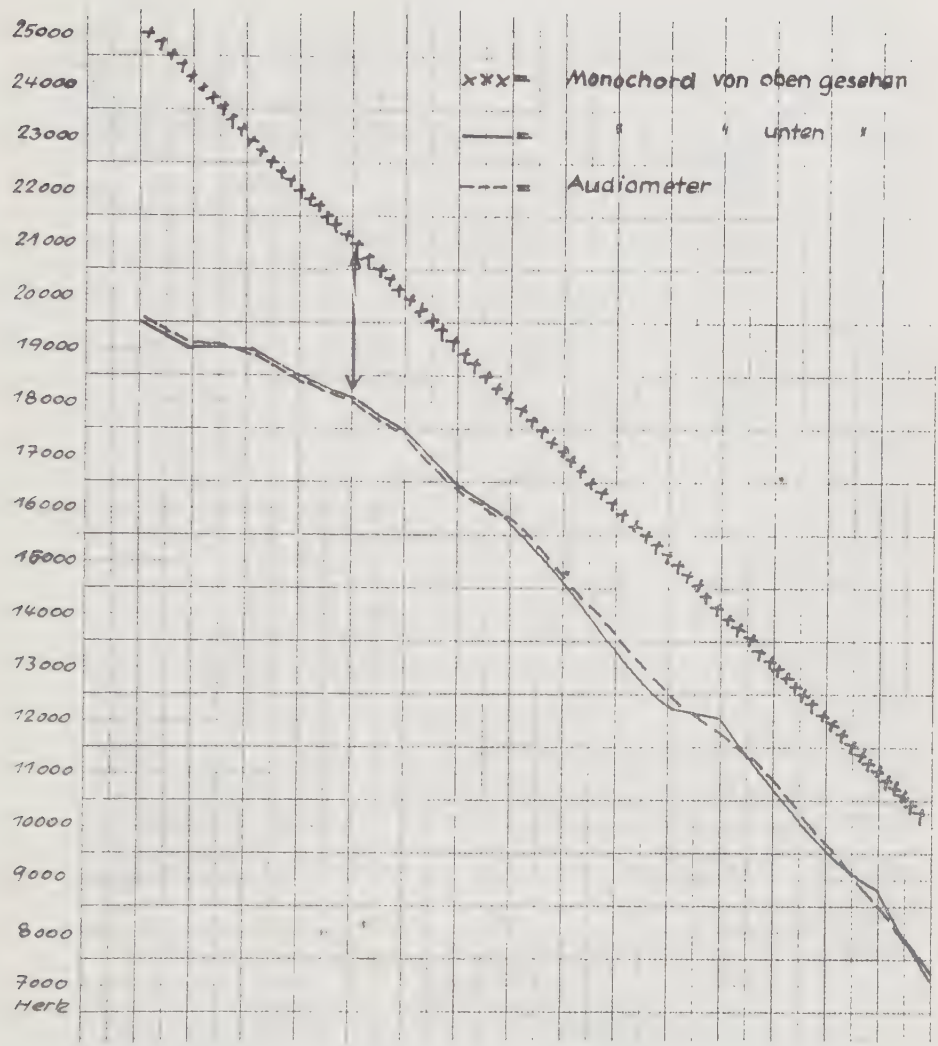

Abb.1: Ergebnisse bei Prüfung in Luftleitung.
Die vorstehende graphische Darstellung ist folgendermaßen zu verstehen: Es wurden aus sämtlichen Untersuchungen die ermittelten Tonhöhen am von o b e n angestrichenen Monochord in einer Linie Aufgezeichnet(++++.). Aus den diesen einzelnen Tonhöhen nun beim Anstreichen des Monochords von u n t e n entsprechenden Frequenzen und bei Prüfung mit dem Audiometer, wurden die Durchschnittswerte errechnet, und diese Werte ebenfalls in die graphische Darstellung eingezeichnet(——) bezw.(-----). Die senkrecht untereinander stehenden Eintragungen (z.B.b. Pfeil) geben also die durchschn Differenz der Tonhöhen bei Anwendung der verschiedenen Methoden wieder.

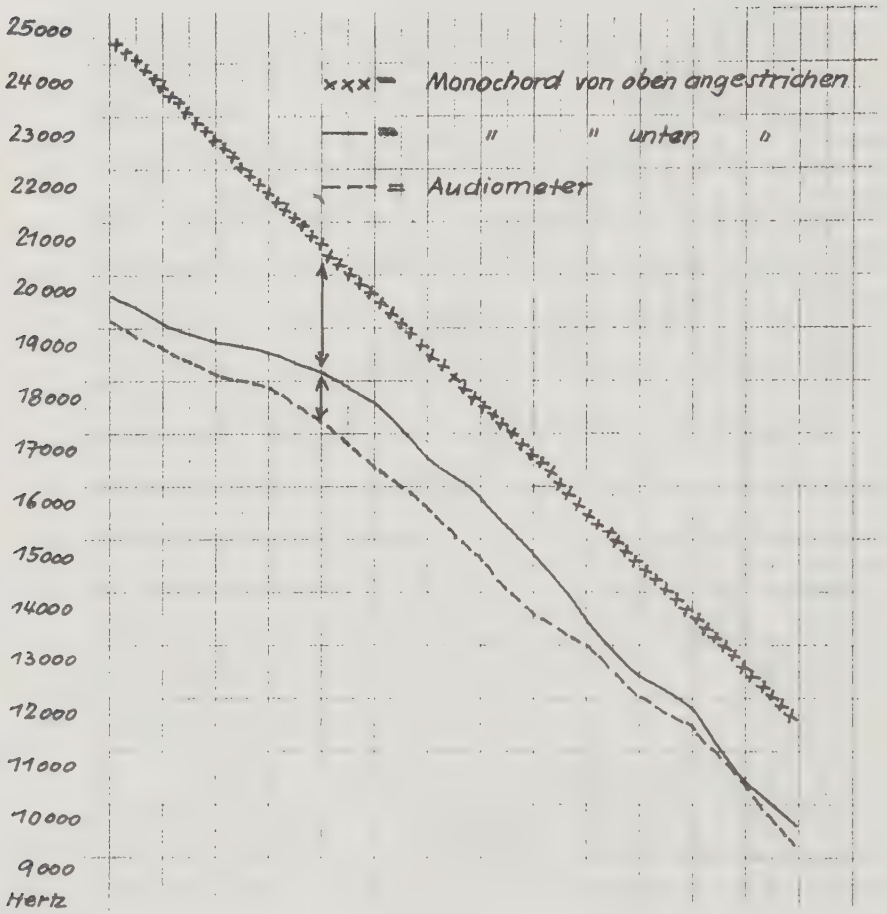

Abb. 2: Ergebnisse bei Prüfung in Knochenleitung.
Die vorstehende graphische Darstellung ist folgendermaßen zu verstehen: Es wurde aus sämtlichen Untersuchungen die ermittelten Tonhöhen am von ob e n angestrichenen Monochord in einer Linie aufgezeichnet (++++). Aus den diesen einzelnen Tonhöhen nun beim Anstreichen des Monochords von u n t e n entsprechenden Frequenzen und bei Prüfung mit dem Audiometer, wurden die Durchschnittswerte errechnet und diese Werte ebenfall in die graphische Darstellung eingezeichnet (——bezw. ----). Die senkrecht untereinander stehenden Eintragungen(z.B.b.Pfeil) geben also die durchschnittliche Differenz der Tonhöhen bei Anwendung der verschiedenen Methoden wieder.

Auf den vorstehend gezeigten 2 Übersichten kommt mit genügender Deutlichkeit zur Darstellung, wie sehr die Ergebnisse der Prüfungen bei den 2 verschiedenen Methoden der Tonerzeugung am Monochord voneinander abweichen, wie andererseits die Resultate bei Anstreichen des Monochords von unten fast genau mit denen am Audiometer übereinstimmen.

Noch viel deutlicher wird die Abweichung einerseits, die Übereinstimmung auf der anderen Seite, wenn man nicht die D u r c h s c h n i t t s w e r t e , sondern die verschiedenen E i n z e l w e r t e miteinander vergleicht. Ein Beispiel möge das näher erläutern: einer oberen Hörgrenze von

18 000 Hertz

bei Anstreichen des Monochords von unten entsprechen folgende Werte: A) bei Anstreichen des Monochords von oben, B) am Audiometer (auszugsweise aus 56 Unteruchungen)

A)	B)
20 000	17 500
23 000	18 000
21 000	18 000
23 000	18 500
21 000	17 500
20 000	17 500
22 000	18 000
20 000	17 500

A)	B)
21 000	18 000
22 000	18 000
20 000	18 500
21 000	18 000
24 000	18 000
22 000	18 000

Man findet also unter A) schwankende Werte von 24 000 bis 20 000 Hertz, bei B) nur eine Schwankungsbreite von ± 500 Hertz.

Entsprechend werden bei einer oberen Hörgrenze von 14 000 Hertz mit dem Monochord von unten angestrichen für A) Frequenzen von 21 000 bis 15000 Hertz ermittelt, für B) 13 500 bis 14 000 Hertz.

Sinngemäß finden sich auch bei allen anderen geprüften Tönen starke Schwankungen von 4 000 bis 6 000 Hertz bei A), während der Vergleich mit dem Audiometer selten Abweichungen von mehr als 500 Hertz gibt.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse über die Untersuchungen der oberen Hörgrenze in K n o c h e n l e i t u n g fällt zunächst auf, daß zwar auch hier wieder die gefundenen Werte bei Anstreichen des Monochords von oben und von unten erheblich voneinander abweichen und durchwegs bei der Methode A) ganz wesentlich höher liegen;

andererseits stimmen jedoch hier die Ergebnisse der zweiten Methode mit denen am Audiometer lange nicht so gut überein wie in Luftleitung. KALÄHNE, STRUYCKEN und WOLFF hatten schon festgestellt, daß die obere Hörgrenze bei Bestimmung mit dem Monochord in Knochenleitung durchweg etwas höher liegt als in Luftleitung. Max MEYER machte ebenfalls mehrmals auf dieses Phänomen aufmerksam. Umgekehrt fand GILDEMEISTER mit seiner "elektrischen Lippenpfeife" die obere Hörgrenze in der Luftleitung höher als in der Knochenleitung. Auch bei den vorliegenden Untersuchungen mit dem Audiometer wurde dasselbe festgestellt. GILDEMEISTER erklärt diese Erscheinung damit, daß die Schwingungen vom Telephon besser an Luft, vom Monochord besser an feste Körper übertragen werden". Diese Erklärung erscheint jedoch nicht ganz befriedigend. Es wäre angebracht, dieses Problem durch weitere Untersuchungen der Klärung näherzuführen.

Es sollen auch hier noch kurz, wie es schon für die Luftleitung geschehen ist, die E i n z e l w e r t e in Knochenleitung verglichen werden.

Einer oberen Hörgrenze von

19 000 Hertz

(gleich etwa 18 000 Hertz in Luftleitung) entsprechen:

A)	B)
21 000	17 500
23 000	17 500
22 000	18 000
23 000	18 500
23 000	17 500
22 000	17 500
23 000	19 000
22 000	18 500
21 000	18 000
24 000	18 000
21 000	18 500
23 000	18 000
24 000	17 000
22 000	18 500

Bei allen übrigen Frequenzen entsprechen die Schwankungsbreiten etwa den hier beschriebenen.

In einer zweiten Zusammenstellung folgen die in den verschiedenen Lebensaltern ermittelten h ö c h s t e n E i n z e l w e r t e für die obere Hörgrenze. Es handelt sich dabei n i c h t wie vorher um Durchschnittswerte, ein Schluß über das Hörvermögen für höchste Töne in den betreffenden Altersstufen kann also daraus nicht gezogen werden. Lediglich die höchsten noch gehörten Frequenzen bei einzelnen Personen werden miteinander verglichen.

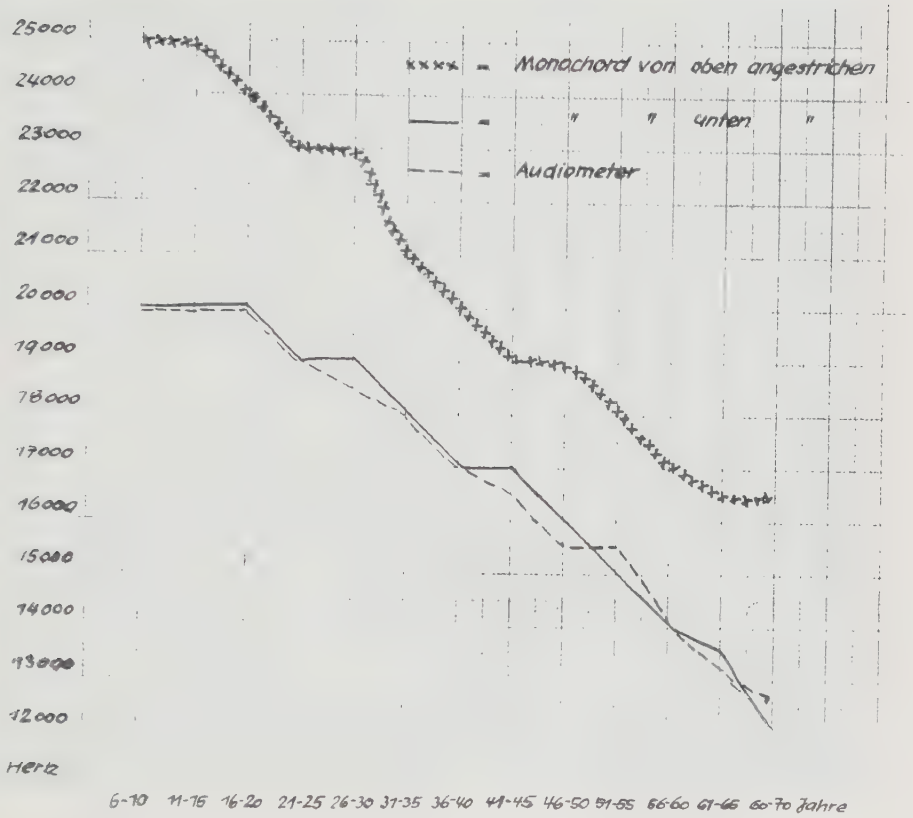

Abb. 3: Höchste gehörte Töne in Luftleitung in Abhängigkeit vom Lebensalter.

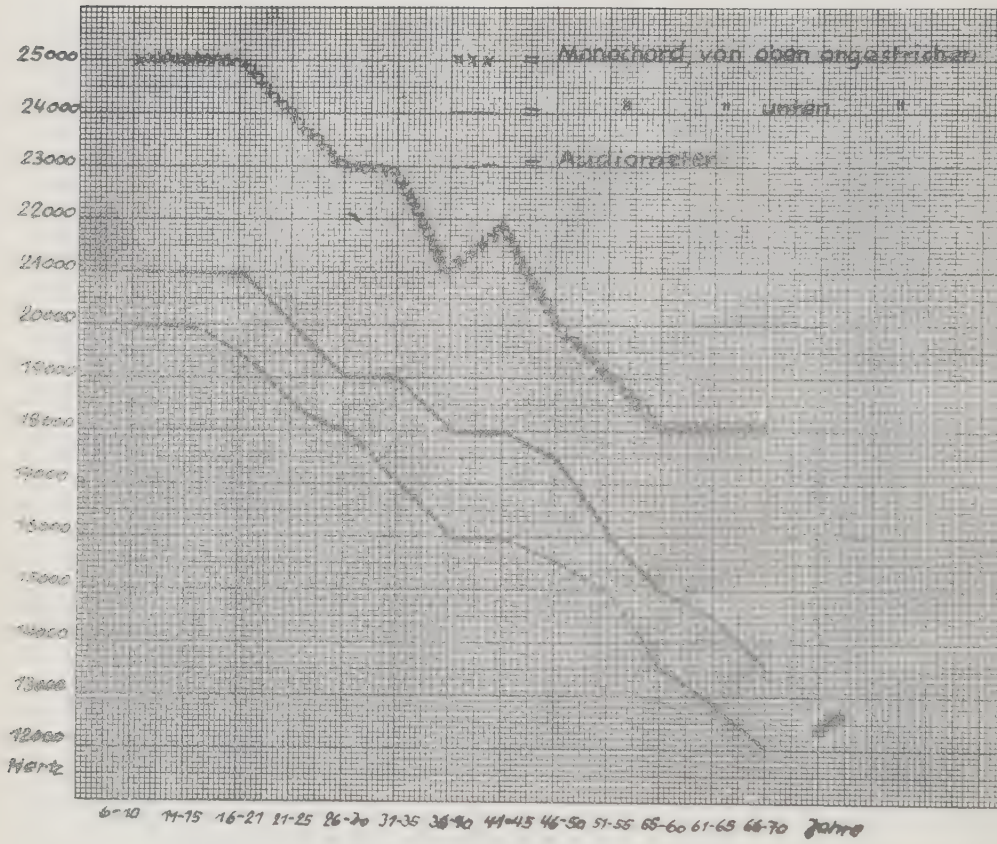

Abb. 4: Höchste gehörte Töne in Knochenleitung in Abhängigkeit vom Lebensalter.

Wenn nun die vorstehend abgebildeten Zusammenstellungen miteinander verglichen werden, so fällt noch viel deutlicher als in den Übersichtsdarstellungen auf, wie stark die Abweichungen in den Ergebnissen zwischen den verschiedenen Benutzungsmethoden des STRÜCKEN'schen Instrumentes sind. Bei dem von oben angestrichenen Monochord werden sogar bei den ältesten geprüften Personen noch in Luftleitung Werte von 16 500 Hertz, in Knochenleitung von 18 000 Hertz als gehört angegeben. Dagegen wird von denselben Personen bei Anstreichen des Monochords von unten nur noch 12 000 Hertz (13 000 Hertz in Knochenleitung), am Audiometer 12 500 Hertz (12 000) wahrgenommen. In allen anderen Altersgruppen sind die Unterschiede ähnlich groß.

Ein Vergleich mit anderen, zum größten Teil schon erwähnten Untersuchungen (GILDEMEISTER, ZWAARDEMAKER, KÖNIG SCHOBER) über die Altersabhängigkeit der oberen Hörgrenze kann n i c h t angestellt werden, da diese Autoren D u r c h s c h n i t t s w e r t e errechnet haben. Wie bereits betont, wurden h i e r nur die h ö c h s t e n W e r t e in den verschiedensten Lebensaltern untereinander verglichen. Auf die Ermittlung von Durchschnittszahlen wurde kein Wert gelegt, da diese besonders durch GILDEMEISTER und SCHOBER mit wissenschaftlich einwandfreien Methoden geklärt erscheinen. Es kam hier nur darauf an,

zu zeigen, wie stark die Schwankungen bei Prüfung am g l e i c h e n Instrument mit v e r s c h i e d e n e n Methoden sind.

Es sei noch ganz kurz darauf eingegangen, daß die beiden Möglichkeiten der Betätigung des Monochords, das Anstreichen der Saite von oben und unten, auch mit angefeuchtetem Zellstoff und mit Filz ausgeführt wurden. Dabei ergaben sich mit ganz geringen Abweichungen dieselben Unterschiede. Erwähnt sei wieder, daß auch hier das Anstreichen von oben mit ziemlich starkem Druck geschah, während von unten Zellstoff oder Filz nur ganz leicht gegen die Saite gedrückt wurden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich folgendermaßen umreißen: das Monochord ist bei geeigneter Technik ein wirklich zuverlässiges Instrument zur Bestimmung der oberen Hörgrenze. Wahrscheinlich in dem Gedanken, die Intensität der erzeugten Töne zu steigern, wurde bisher darauf geachtet, die Monochordsaite so kräftig wie möglich anzustreichen. Dabei kommt es anscheinend auch zur Erzeugung von Nebentönen - wohl durch die Transversalschwingungen der Saite hervorgerufen - die dann auch noch bei sehr starker Verkürzung des Stahldrahtes und dementsprechend bei den so zu erwartenden hohen Tönen auftreten und zu Irrtümern führen. Dieses kräftige Anreiben gelingt

am besten dann, wenn der zum Anreiben benutzte Stoff (Zellstoff, Watte) zwischen Daumen und Zeigefinger genommen und die Saite von oben her gerieben wird. Geschieht dieses Anreiben von unten her mit dem nur auf die Fingerspitze gelegten Stoff und ohne wesentlichen Kraftaufwand, so entsprechen die damit festgestellten Ergebnisse fast völlig den am Audiometer bei höchster Tonintensität erzielten. Es ist daraus zu entnehmen, daß der E i n f l u ß d e r I n t e n s i t ä t der Töne auf die obere Hörgrenze nicht sehr entscheidend sein kann. Viel wesentlicher erscheint jedenfalls die Erzeugung möglichst r e i n e r Töne. Im Vergleich zu früheren Untersuchungen, besonders denen von GILDEMEISTER und SCHOBER ist zu sagen, daß deren, mit ganz anderen Apparaten erzielten Resultate befriedigende Übereinstimmungen mit den vorstehend aufgeführten zeigten.

Zusammenfassung

Stark schwankende Literaturangaben über die obere Hörgrenze bei Bestimmung mit dem STRUYCKEN'schen Monochord wurden in der Technik des Anstreichens der Saite vermutet. Bei Anwendung verschiedener Methoden zeigt sich die des Reibens der Saite von unten her den anderen überlegen, was durch gleichlaufende Kontrollversuche mit dem Audiometer bestätigt wurde. Die Untersuchungen liefern einen Beitrag dazu, daß das Monochord bei richtiger Handhabung ein für den praktischen Gebrauch geeignetes Instrument zur Bestimmung der oberen Hörgrenze ist.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Priv.Dozent Dr. med. Walter KLEY für die freundliche Überlassung des Themas und für die wertvollen Anregungen danken.

Ich erlaube mir auch, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. med. Max MEYER für die freundliche Unterstützung ergebenst zu danken.

L I T E R A T U R

Edelmann, M.Th.: Neue Eichungsweise und Verbesserung der Galtonpfeife. Beitr.z.Anat. usw. des Ohres usw. III,261-267 (1910)

Gildemeister,M.: Über die obere Hörgrenze. Beitr.z.Anat.usw.d.Ohres usw.XIII/II, 238 - 243.

Hegener,J.: Über die Zuverlässigkeit der Neueichung und Verbesserung der Galtonpfeife durch Prof.Edelmann. Beitr.z.Anat.d.Ohres usw. III, 413 - 426 (1910).

" Über die Tonbildung bei der Edelmann'sch. Galtonpfeife und deren Verwendung zur Bestimmung der physiologischen und pathologischen oberen Hörgrenze.Beitr. z.Anat.usw.d.Ohres usw. I,321 -350(1908).

" Kritische Untersuchungen zur oberen Hörgrenze.Verhandl. d.Deutsch.Otol. Gesellsch. 98 - 108 (1910)

Kalähne, W.: Untersuchungen mittels des Struyckenschen Monochords über die Wahrnehmung höchster Töne durch Luft-u.Knochenleitung. Beitr.z.Anat.d.Ohres usw., V 157 - 180, (1912).

Marx, H.: Kurzes Handbuch der Ohrenheilkunde. Jena, Gustav Fischer Verlag,2.Aufl.1947

Meyer, Max: Eine neue Anschauung über die Schwerhörigkeit b. Otosklerose und vielleicht ein neuer Weg zu ihrer Behandlung.1. Mitteilung,Acta oto-larygol.XXVII, 1-15 1939).

" Eine neue Anschauung über die Schwerhörigkeit bei Otosklerose und vielleicht ein neuer Weg zu ihrer Behandlung.2. Mitteilung,Mon.f.Ohrenheilkunde73/2, 140 - 152 (1939)

Meyer, Max: Erfahrungen bei 80 mit der"großen Suboccipitalpunktion"behandelten degenerativen Schwerhörigkeiten mit und ohne Otosklerose. Pract.oto-rhino-laryng. V 1/2, 1 - 53 (1943) .

Schaefer, K.L.: Über eine Erweiterung der Anwendbarkeit des Struyckenschen Monochords.Beitr.z. Anat.usw.d.Ohres usw. IV,376 - 382 (1911).

Schober,F.W.: Über die Abhängigkeit der oberen Hörgrenze vom Lebensalter.Akustische Beihefte, 4, 219 - 224 (1952).

Schulze,F.A.: Monochord zur Bestimmung der oberen Tongrenze und der Perzeptionsfähigkeit des Ohres f. sehr hohe Töne.Zschr.f.Ohrenheilkunde 56, 167 - 173, (1908).

" Die obere Hörgrenze und ihre exakte Bestimmung. Beitr.z.Anat.usw.d.Ohres usw. I, 134 - 151 (1908).

Struycken,H.J.L.: Beobachtungen über die physiologische obere Hörgrenze für Luft-und Knochenleitung. Beitr.z.Anat.usw.d.Ohres usw.V,1-6(1912).

" Die obere Hörgrenze für Luft-und Knochenleitung. Beitr.z.Anat.usw.d.Ohresusw. III, 406 - 412 (1910).

Wilberg,R.: Monochord und obere Hörgrenze.Arch.d. Ohrenheilk. 80, 83 - 101 und 165 - 191 (1909)

Wolff,H.J.: Monochord- und Stimmgabeluntersuchungen zur Klärung der Beziehungen zwischen Luft- und Knochenleitung bei Normal- u. Schwerhörigen. Beitr.z.Anat.usw.d.Ohres usw. V, 131 - 150 (1912).

Lebenslauf

Am 19. I. 1928 wurde ich in Heidelberg geboren als Tochter des damaligen Privatdozenten für Gynäkologie Dr. med. Walter Christian Rech und seiner Ehefrau Marie - Gertrud, geb. Quincke. Von 1934 bis 1939 besuchte ich die Privatschule Institut Merkens in Heidelberg, anschließend die Oberschule Schloß Wieblingen, wo ich am 31.3. 1945 den Reifevermerk erhielt. Von September 1946 bis März 1947 absolvierte ich die Vorsemester- Kurse an der Universität Heidelberg. Im Mai 1947 begann ich das Medizin - Studium an der Universität Erlangen und bestand am 27. 10. 1949 dort das Physikum. Nach 2 weiteren Semestern an der Universität Erlangen wechselte ich zum Wintersemester 1950 an die Universität Wurzburg über. Dort bestand ich am 9.3.1953 das Medizinische Staatsexamen. Seit 1.5.1953 bin ich als Pflichtassistentin an der Universitäts - Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke Würzburg tätig. Seit 27.8.1953 bin ich mit dem wissenschaftlichen Assistenten Dr. med. Graf Basselet de la Rosée verheiratet.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Thema zur Bearbeitung für eine Dissertation erhalten habe.

Ich erkläre an Eides statt, daß ich außer den angegebenen Quellen keine anderen benutzt habe.

Sibylle Gräfin Basselet de la Rosée
geb. Rech